

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-058461
 (43) Date of publication of application : 25.02.2000

(51) Int.CI.

H01L 21/205
 C23C 16/18
 C23C 16/34
 H01L 33/00
 H01S 5/30

(21) Application number : 10-227784

(71) Applicant : NEC CORP

(22) Date of filing : 12.08.1998

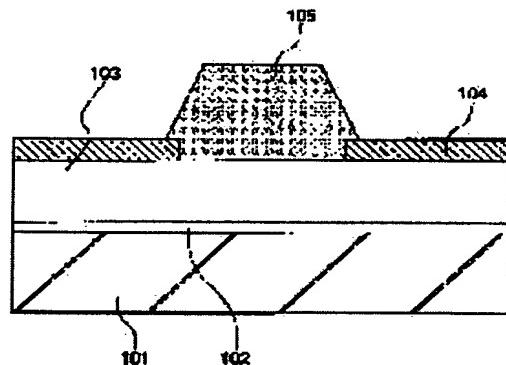
(72) Inventor : KIMURA AKITAKA
 KOBAYASHI RYUJI

(54) SELECTIVE GROWTH METHOD OF NITRIDE SEMICONDUCTOR LAYER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a selective growth method of a nitride semiconductor layer containing aluminum, in which crystal growth on a mask is restrained.

SOLUTION: In this selective growth method, when a nitride semiconductor layer 105 expressed by the formula $In_xAl_{y}Ga_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) is selectively formed on a substratum layer 103 exposed in an aperture part of a mask 104 having an aperture pattern, the temperature of a substrate is set at a temperature in the range of at least 600° C and at most 800° C. Preferably, hydrazine whose decomposing efficiency is satisfactory as compared with ammonia or derivative of hydrazine is used as a group V group material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.02.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-58461

(P 2 0 0 0 - 5 8 4 6 1 A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000. 2. 25)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/205
C23C 16/18
16/34
H01L 33/00
H01S 5/30

識別記号

F I
H01L 21/205
C23C 16/18
16/34
H01L 33/00
H01S 3/18

テマコード (参考)
4K030
5F041
5F045
C 5F073

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-227784

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22) 出願日 平成10年8月12日 (1998. 8. 12)

(72) 発明者 木村 明隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 小林 隆二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100096231

弁理士 稲垣 清

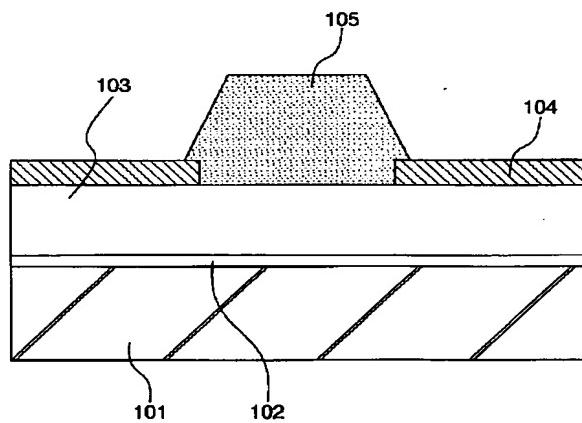
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】窒化物半導体層の選択成長方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 従来の選択成長法に従って一般式 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ ($0 \leq X \leq 1, 0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体層を選択成長させると、マスク上に多結晶が析出するという問題があった。本発明は、マスク上の結晶成長を抑制した、アルミニウムを含む窒化物半導体層の選択成長方法を提供する。

【解決手段】 本方法では、開口パターンを有するマスク 104 を使って、一般式 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ ($0 \leq X \leq 1, 0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体層 105 をマスクの開口部に露出する下地層 103 上に選択成長させる際、基板温度を 600°C 以上 800°C 以下の範囲の温度にする。好適には、アンモニアに比べ低温での分解効率が良いヒドラジンまたはその誘導体をV族原料として用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】開口パターンを有するマスクを使って、一般式 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$, $0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体層をマスクの開口部に露出する下地層上に選択成長させる際、

基板温度を 600°C 以上 800°C 以下の範囲の温度にすることを特徴とする窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項2】サファイア基板上にバッファ層を介して形成された GaN 層上にマスクを形成し、次いで前記窒化物半導体層を選択成長させることを特徴とする請求項1に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項3】リッジ型窒化物半導体レーザ素子を形成する際、前記窒化物半導体層を選択成長させてリッジ構造を形成することを特徴とする請求項1又は2に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項4】周期律表第V族の原料として、ヒドラジン又はその誘導体を用いることを特徴とする請求項1から3のうちのいずれか1項に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項5】ヒドラジンの誘導体が、モノメチルヒドラジン又はジメチルヒドラジンであることを特徴とする請求項4に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項6】選択成長用マスクとして、酸化珪素、窒化珪素、酸化チタン及び酸化アルミニウムのうちのいずれかで形成された膜を用いることを特徴とする請求項1から5のうちのいずれか1項に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【請求項7】有機金属化学気相成長法を用いて前記窒化物半導体層を選択成長させることを特徴とする請求項1から6のうちのいずれか1項に記載の、窒化物半導体層の選択成長方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化物半導体層の選択成長方法に関し、更に詳細には、窒化物半導体層を選択成長させる際に、マスク上の結晶成長を抑制するようにした窒化物半導体層の選択成長法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】窒化ガリウムは、禁制帶エネルギーが、燐化インジウムや砒化ガリウムなどの他の化合物半導体に比べて、 $3\text{--}4\text{ eV}$ と大きい。そこで、この利点を利用して、窒化物半導体を用いた素子、特に、緑から紫外の比較的短い波長で発光する素子（以下、窒化物半導体発光素子という）、例えば発光ダイオード（以下、窒化物発光ダイオードという）や、半導体レーザ（以下、窒化物半導体レーザという）などが、実現されている（例えば、S. Nakamura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 35 (1996) L74など）。

【0003】ところで、一般式 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$, $0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体には、適當なウェットエッチャントが存在しない。このような窒化物半導体からなる素子を作製する際には、選択成長またはドライエッチングが必要となる。

【0004】ここで、図4を参照して、窒化物半導体層の従来の選択成長方法（以下、第1の従来方法と言う）を説明する。図4は、窒化物半導体層の従来の選択成長方法により形成された、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層 ($0 < X \leq 1$) の概略断面図である (J. Crystal Growth 144 (1994) 133)。本方法では、先ず、サファイアA面基板101上に AlN バッファ層102を介して形成された GaN 層103上に、窒化物半導体層の<1-100>方向に平行なストライプ状の開口部を持つ酸化珪素マスク104を形成する。続いて、V族原料としてアンモニアを用いた有機金属化学気相成長 (MOVPE) 法により、マスク104の開口部にのみ、選択的に $Al_xGa_{1-x}N$ 層 ($0 < X \leq 1$) 105を形成する。選択成長時の基板温度は 1070°C である。 $Al_xGa_{1-x}N$ 層105を選択成長により形成する際には、マスク104上に $Al_xGa_{1-x}N$ 多結晶 ($0 \leq X \leq 1$) 106が析出する。第1の従来方法では、 1070°C という比較的高温で $AlGaN$ の選択成長が行われている。

【0005】更に、図5を参照して、窒化物半導体層の従来の別の選択成長方法（以下、第2の従来方法と言う）を説明する。図5は、窒化物半導体層の選択成長方法により従来の別の形成された、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層 ($0 \leq X \leq 1$) の概略断面図である（特願平6-39444号公報）。本方法では、先ずトリメチルアルミニウム、トリメチルガリウム、トリメチルインジウムをIII族元素のプレカーサとし、アンモニアをV族元素のプレカーサとして用い、ジシランおよびジイソプロピルマグネシウムをそれぞれn型およびp型ドーパントとして用いる有機金属気相エピタキシ法により結晶成長を行っている。

【0006】基板結晶にはサファイアの(0001)結晶11を用い、 1000°C にてn(Si)-GaN層12を $4\text{ }\mu\text{m}$ 成長する。次いで、このウェハを取り出して SiO_2 酸化膜13を 1000 \AA 被着し、この膜にフトリソグラフ技術により[1-100]または[11-20]方向に長い長方形の窓を穿つ。次いで、このウェハを再び結晶成長炉に装着し、残存している SiO_2 膜をマスクにして窓の開放部分にn(Si)-AlGaN層14を $1\text{ }\mu\text{m}$ 、GaN層15を $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、p(Mg)-AlGaN層16を $1\text{ }\mu\text{m}$ 続いて成長する。このようにして成長した長方形のダブルヘテロ結晶の端部17は斜面を形成している。引き続いて、アンモニアをジメチルヒドラジンに変更し、成長温度 700°C にてp(Mg)-GaN層18を成長する。この条件では(0001)面上の成長速度は遅く側面では速くなるの

で、斜面17は次第に垂直面19に変っていく。垂直になつた面は結晶格子で規定される{1-100}面または{11-20}面になる。従つて、相対する垂直な面19と20は、完全に平行な鏡面を成す。このようにしてダブルヘテロ結晶面に垂直なファブリ・ペロ・キャビティが形成される。 n (Si)-GaNの結晶成長温度を1100°Cあるいはそれ以上の温度で行うことも可能であるが、1050°C以下のほうが、垂直な端面が形成され易い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の選択成長法に従つて一般式 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$ 、 $0 \leq Y \leq 1$)で表される窒化物半導体層を選択成長させると、マスク上に多結晶が析出するという問題があった。

【0008】例えば、上述のした第1の従来方法による場合、マスク104上には $Al_xGa_{1-x}N$ 多結晶($0 \leq X \leq 1$)106が析出している。窒化物半導体結晶に限らず、Alを含む半導体結晶の選択成長法では、Al原子と、酸化珪素・窒化珪素・酸化チタン・酸化アルミニウムといった、選択成長用マスクとして通常よく用いられるマスク材とが反応しやすいことが原因になって、多結晶がマスク上に析出することが多い。特に、窒化物半導体層の結晶成長のように、基板温度が通常1000°C程度以上と高い場合は、その選択成長の際にAl原子とマスク材の反応を抑制し、多結晶の析出を防ぐことは容易でない。

【0009】また、例えば、第2の従来方法による場合、アンモニアを原料とした有機金属気相エピタキシ法により、 SiO_2 酸化膜13の開口部にのみ、選択的に n (Si)-AlGaN層14を形成しているが、成長温度・多結晶の析出の有無に関しては、記述がなく、明らかでない。

【0010】そこで、本発明の目的は、マスク上の結晶成長を抑制した、窒化物半導体層の選択成長方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】ところで、Alを含む窒化物半導体の選択成長時に於いて、マスク上に多結晶の析出を防止するには、Al原子とマスク材の反応を抑制するために、ある程度以下の基板温度であることが必要である。それに加え、さらに、マスク表面に於けるIII族原子種のマイグレーションやマスク上に吸着したIII族原子種の再脱離を促進するために、ある程度以上の基板温度であることも必要である。このような多結晶が析出しない基板温度の範囲は、これまで明らかでなかつたが、我々の実験によれば、600°C以上800°C以下で多結晶が析出しないことが分かった。そこで、本発明者は、これらの知見を基にして実験を重ね、本発明を完成するに到つた。

【0012】上記目的を達成するために、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法は、開口パターンを有するマスクを使って、一般式 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$ 、 $0 \leq Y \leq 1$)で表される窒化物半導体層をマスクの開口部に露出する下地層上に選択成長させる際、基板温度を600°C以上800°C以下の範囲の温度にすることを特徴としている。

【0013】好適には、周期律表第V族の原料としてヒドラジンまたはその誘導体を用いる。更に好適には、ヒドラジンの誘導体がモノメチルヒドラジン又はジメチルヒドラジンである。

【0014】選択成長用マスクとして、酸化珪素、窒化珪素、酸化チタン及び酸化アルミニウムのうちのいずれかの膜を用いる。本発明方法では、好適には、有機金属化学気相成長法を用いて選択成長層を形成する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、実施形態例を挙げ、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

20 実施形態例1

本実施形態例は、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法の実施形態の一例であつて、図1は、本実施形態例の方法により形成された、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 \leq X \leq 1$)の概略断面図である。尚、図1は、同じく、実施形態例2及び3の方法により形成された、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 < X \leq 1$)の概略断面図でもある。図1を参照して、本実施形態例の方法を説明する。本実施形態例では、先ず、サファイアA面基板101上にAlNバッファ層102を介してGaN層103を形成する。

次いで、GaN層103上に窒化物半導体層の<1-100>方向に平行なストライプ状の開口部を持つ酸化珪素マスク104を形成する。その後に、V族原料としてアンモニアを用いたMOVPE法により、マスク104の開口部にのみ、選択的に $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 < X \leq 1$)105を形成する。選択成長時の基板温度は、上述した第1の従来方法より低く、700°Cである。本実施形態例に従つて実験したところ、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層105を選択成長により形成する際には、マスク104上に多結晶の析出は観察できなかった。

【0016】本実施形態例では、図1に概略断面図が示された $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 < X \leq 1$)105を形成する選択成長を、基板温度700°Cで行なっている。この基板温度は、多結晶が析出しない範囲にあるため、本実施形態例では、第1の従来方法のようにAl原子とマスク材が反応して多結晶がマスク上に析出することがない。しかし、アンモニアは、低温での分解効率が悪いため、アンモニアをV族原料として用いて基板温度800°C程度以下で結晶成長を行なった場合、V族圧が不足しがちとなる。この結果、結晶中に窒素の空孔が生じ易くなるなど、結晶品質に問題が生じる。次の実施形態例2

50

は、この問題を改善している。

【0017】実施形態例2

本実施形態例は、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法の実施形態の別の例である。図1を参照して、本実施形態例の方法を説明する。本実施形態例では、サファイアA面基板101上にAlNバッファ層102を介してGaN層103形成する。次いで、GaN層103上に、窒化物半導体層の<1-100>方向に平行なストライプ状の開口部を持つ酸化珪素マスク104を形成する。その後に、V族原料としてヒドラジンを用いたMOVPE法により、マスク104の開口部にのみ、選択的に $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 < x \leq 1$)105を形成している。選択成長時の基板温度は、上述した第1の従来方法より低く、700°Cである。本実施形態例に従って実験したところ、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層105を選択成長により形成する際には、マスク104上に多結晶の析出は観察できなかった。

【0018】本実施形態例では、実施形態例1の問題を解決するために、V族原料としてヒドラジンを用いている。ヒドラジンはアンモニアに比べ低温での分解効率が良いため、ヒドラジンをV族原料として用いて基板温度800°C程度以下で結晶成長を行なった場合でも、V族圧が不足するという問題はない。これにより、高品質な結晶成長を行なうことが可能となる。ヒドラジンまたはその誘導体は、いずれもアンモニアに比べ低温での分解効率が高く、低温で窒化物半導体の結晶成長を行なう際のV族原料に適している。しかし、ヒドラジンは自己反応物質であり、空気または酸素が存在しなくても分解して、火災や爆発の危険をもたらすことがある。このため、ヒドラジンには、その取り扱いに細心の注意を要するという問題がある。次の実施形態例3はこの問題を改善している。

【0019】実施形態例3

本実施形態例は、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法の実施形態の更に別の例である。図1を参照して、本実施形態例の方法を説明する。本実施形態例では、サファイアA面基板101上にAlNバッファ層102を介してGaN層103を形成する。次いで、GaN層103上に、窒化物半導体層の<1-100>方向に平行なストライプ状の開口部を持つ酸化珪素マスク104を形成する。その後に、V族原料としてモノメチルヒドラジンを用いたMOVPE法により、マスク104の開口部にのみ、選択的に $Al_xGa_{1-x}N$ 層($0 < x \leq 1$)105を形成している。選択成長時の基板温度は、上述した第1の従来方法より低く、700°Cである。本実施形態例に従って実験したところ、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層105を選択成長により形成する際には、マスク104上に多結晶の析出は観察できなかった。

【0020】本実施形態例では、実施形態例2の問題を解決するために、V族原料としてモノメチルヒドラジン

を用いている。モノメチルヒドラジンおよびジメチルヒドラジンは、ヒドラジンと同様、アンモニアに比べ低温での分解効率が良いという利点があるのみならず、ヒドラジンとは異なり、自己反応性物質ではないため、トリメチルガリウムなどの通常の有機金属と同様の取り扱いが可能であるという利点も合わせ持っている。

【0021】実施形態例4

本実施形態例は、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法の実施形態の更に別の例であって、窒化物半導体レーザ素子の作製に適用した例である。図2は本実施形態例の窒化物半導体層の選択成長方法により形成された、窒化物半導体レーザの概略断面図である。図2を参照して、本実施形態例の方法を説明する。本実施形態例では、先ず、サファイアC面基板111の上に、MOVPE法を用いた結晶成長により、GaN低温バッファ層112、n型GaNコンタクト層113、n型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層114、n型GaN光閉込層115、多重量子井戸構造活性層116、p型GaN光閉込層117、及び、p型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層118を形成する。

【0022】次いで、熱化学気相堆積(熱CVD)法により酸化珪素マスク119を形成する。酸化珪素マスク119には、フォトリソグラフィー、および、バッファード沸酸を用いたウェットエッチングにより、窒化物半導体層の<11-20>方向に平行なストライプ状の開口部を形成する。次いで、ヒドラジンをV族原料に用いたMOVPE法を用いて、基板温度700°Cにて、マスク119の開口部にのみ選択的に、p型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層120、および、p型GaNコンタクト層122からなるリッジ構造128を形成する。

【0023】選択成長時の成長速度の極端な増加を防ぐため、本来のリッジ構造128の両側に、ダミーのリッジ構造129が形成されるようなマスクパターンにする。実験では、選択成長によりp型 $Al_{0.07}Ga_{0.93}N$ クラッド層120を形成する際には、酸化珪素マスク119上に多結晶は析出しなかった。

【0024】さらに、ダミーのリッジ構造129を酸化珪素膜130で覆い、Niを第1層、Auを第2層とするp電極123、および、Tiを第1層、Alを第2層とするn電極124を形成する。次いで、メサ構造127の形成およびn型GaNコンタクト層113の露出はドライエッチングにより行う。

【0025】本実施形態例では、マスク119上に多結晶が析出した場合、p電極123とダミーのリッジ構造129が導通してしまうため、リーク電流が生じる。このように、本実施形態例のような、選択成長によりリッジ構造が形成された窒化物半導体レーザでは、マスク上に多結晶が析出しないことは、大きな利点となる。本実施形態例のような、Alを含む窒化物半導体の選択成長を利用して製造された窒化物半導体レーザは、本発明の技

術があつて初めて実現可能となる。

【0026】本発明方法の適用は、実施形態例1から実施形態例4に示されたエピタキシャル層構造にのみ限定されるものではなく、本発明は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、あらゆるエピタキシャル層構造の窒化物半導体層の選択成長に適用可能である。また、本発明は、サファイアC面またはA面基板上に窒化物半導体層を形成する場合だけでなく、その他の面を表面とするサファイア基板上に窒化物半導体層を形成する場合に於いても、支障なく実施することが出来る。更に、本発明は、サファイア基板以外の基板上に窒化物半導体層を形成する場合でも、支障なく実施することが出来る。実施形態例1から実施形態例4では、一般式 $A_{1-x}G_a{}_{1-x}N$ ($0 < X \leq 1$) で表される窒化物半導体層の選択成長に関して述べたが、一般式 $I_{nx}A_{ly}G_a{}_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$ 、 $0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体層の選択成長法でも、本発明は支障なく実施することが出来る。

【0027】また、実施形態例1から実施形態例4では、マスク材として酸化珪素を用いた選択成長に関して述べたが、マスク材としてその他の物質、例えば、酸化珪素または窒化珪素または酸化チタンまたは酸化アルミニウムなど、を用いた選択成長法でも、本発明は支障なく実施することが出来る。なお、実施形態例1から実施形態例4では、結晶成長方法としてMOVPE法を用いた選択成長に関して述べたが、他の結晶成長方法、例えば、ハイドライド気相成長(HVPE)法を用いた選択成長に於いても、本発明は支障なく実施することが出来る。さらに、本発明は、実施形態例4に示されたような、窒化物レーザの窒化物半導体層を形成する場合だけではなく、窒化物発光ダイオードや窒化物半導体電子デバイスなどの、他の窒化物半導体を用いた素子を形成する場合にも、支障なく実施することが出来る。

【0028】実施形態例5

本実施形態例は、本発明に係る窒化物半導体層の選択成長方法の実施形態の別の例である。図3を参照して、本実施形態例の方法を説明する。本実施形態例では、サファイアA面基板101上にAINバッファ層102を介してGAN層103形成する。次いで、GAN層103上に、窒化物半導体層の<1-100>方向に平行なストライプ状の開口部を持つ酸化珪素マスク104を形成する。その後に、V族原料としてヒドラジンを用いたMOVPE法により、マスク104の開口部にのみ、選択的に $I_{nx}A_{ly}G_a{}_{1-x-y}N$ 層 ($0 < X \leq 1$ 、 $0 < Y \leq 1$) 205を形成している。選択成長時の基板温度は、上述した第1の従来方法より低く、700°Cである。本実施形態例に従つて実験したところ、 $I_{nx}A_{ly}G_a{}_{1-x-y}N$ 層205を選択成長により形成する際には、マスク104上に多結晶の析出は観察できなかった。

【0029】

【発明の効果】本発明方法によれば、600°C以上800°C以下の比較的低温で、一般式 $I_{nx}A_{ly}G_a{}_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$ 、 $0 \leq Y \leq 1$) で表される窒化物半導体層の選択成長を行うことにより、マスク上の結晶成長を抑制しつつ良好な窒化物半導体層を成長させることができる。また、V族原料としてヒドラジン又はその誘導体を用いることにより、比較的低温で安定したAlGANの選択成長を行うことができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態例1から実施形態例3に示す本発明の窒化物半導体層の選択成長方法を用いて形成された、窒化物半導体層の概略断面図である。

【図2】実施形態例4に示す本発明の窒化物半導体層の選択成長方法を用いてリッジ構造部分が形成された、窒化物半導体レーザの概略断面図である。

【図3】実施形態例5に示す本発明の窒化物半導体層の選択成長方法を用いて形成された、窒化物半導体層の概略断面図である。

20 【図4】第1の従来方法の窒化物半導体層の選択成長方法を用いて形成された、窒化物半導体層の概略断面図である。

【図5】第2の従来方法の窒化物半導体層の選択成長方法を用いて形成された、窒化物半導体層の概略断面図である。

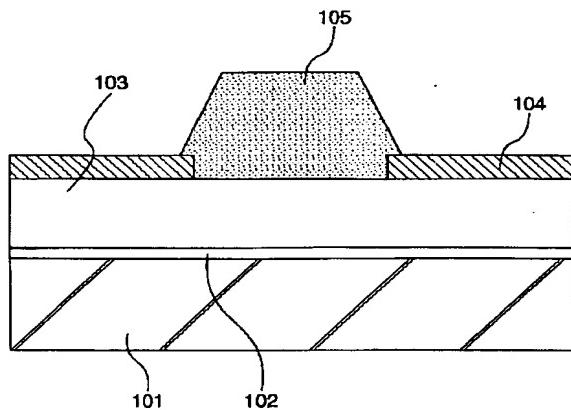
【符号の説明】

- 1 1 サファイア (0001) 基板結晶
- 1 2 (Si) - GaN 層
- 1 3 SiO₂ 膜
- 30 1 4 n (Si) - AlGaN 層
- 1 5 GaInN 層
- 1 6 p (Mg) - AlGaN 層
- 1 7 斜面
- 1 8 p (Mg) - GaN
- 1 9 垂直面
- 2 0 垂直面
- 1 0 1 サファイア A面基板
- 1 0 2 AlNバッファ層
- 1 0 3 GaN層
- 40 1 0 4 酸化珪素マスク
- 1 0 5 選択成長により形成された $A_{1-x}G_a{}_{1-x}N$ 層 ($0 < X \leq 1$)
- 1 0 6 マスク上に析出した $A_{1-x}G_a{}_{1-x}N$ 多結晶 ($0 \leq X \leq 1$)
- 1 1 1 サファイア C面基板
- 1 1 2 GaN低温バッファ層
- 1 1 3 n型GaNコンタクト層
- 1 1 4 n型Al_{1-y}Ga_yNクラッド層
- 1 1 5 n型GaN光閉込め層
- 50 1 1 6 多重量子井戸構造活性層

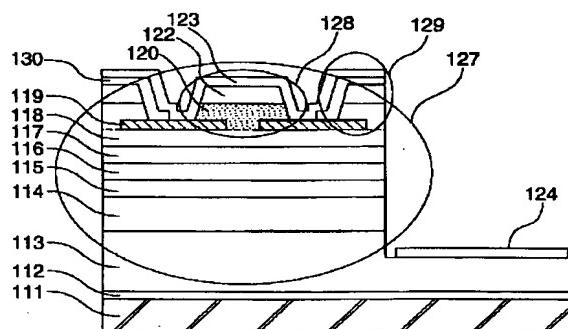
- 9
 1 1 7 p型GaN光閉込層
 1 1 8 p型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層
 1 1 9 酸化珪素マスク
 1 2 0 選択成長により形成されたp型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層
 1 2 2 p型GaNコンタクト層
 1 2 3 p電極

- 1 2 4 n電極
 1 2 7 メサ構造
 " 1 2 8 リッジ構造
 1 2 9 ダミーのリッジ構造
 1 3 0 酸化珪素膜
 2 0 5 In_xAl_yGa_{1-x-y}N層 ($0 < x \leq 1$, $0 < y \leq 1$)

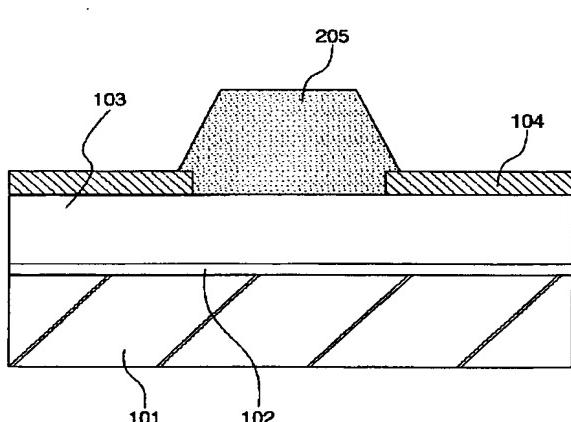
【図 1】



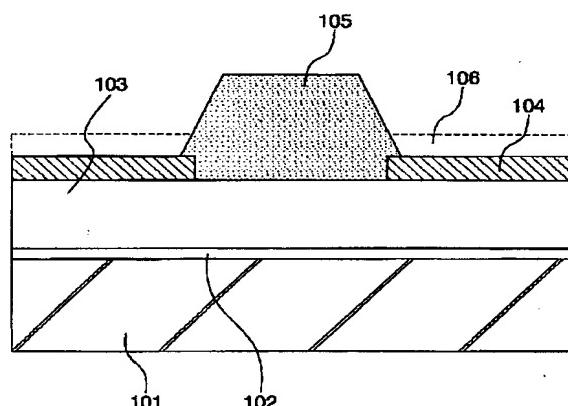
【図 2】



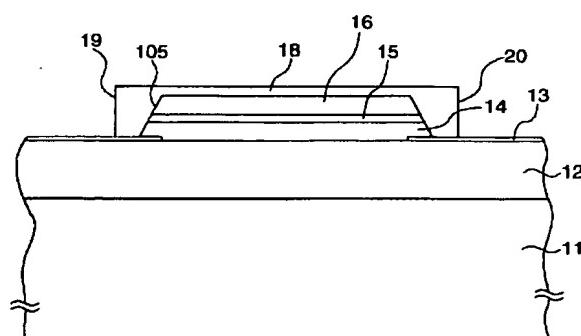
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K030 AA11 BA02 BA08 BA11 BA38 " "
BB12 BB14 CA05 DA02 FA10
HA01 JA10 LA01 LA12 LA18
5F041 AA40 CA04 CA05 CA23 CA34
CA40 CA46 CA65 CA74
5F045 AA04 AB18 AB40 AC12 AD10
AD11 AD12 AF04 AF09 AF20
BB12 BB18 DB01 DB02 HA02
HA03
5F073 AA13 AA51 AA55 AA74 CA07
CB05 CB07 CB10 DA05 DA22
DA24